UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

DIOGO VIEIRA ROCHA

UTILIZANDO OS PRINCÍPIOS DA MANUFATURA ENXUTA PARA AUMENTAR A PERFORMANCE OPERACIONAL DE UMA EMPRESA DO SETOR SIDERÚRGICO.

JUIZ DE FORA
2014

DIOGO VIEIRA ROCHA

UTILIZANDO OS PRINCÍPIOS DA MANUFATURA ENXUTA PARA AUMENTAR A PERFORMANCE OPERACIONAL DE UMA EMPRESA DO SETOR SIDERÚRGICO.

Trabalho de Qualificação para Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Eng. Luiz Henrique Dias Alves.

JUIZ DE FORA

2014

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de geração
automática da Biblioteca Universitária da UFJF,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Vieira Rocha, Diogo.
UTILIZANDO OS PRINCÍPIOS DA MANUFATURA ENXUTA PARA AUMENTAR A PERFORMANCE OPERACIONAL DE UMA EMPRESA DO SETOR SIDERÚRGICO / Diogo Vieira Rocha. -- 2014.
52 p. : il.

Orientador: Luiz Henrique Dias Alves
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia, 2014.

1. Manufatura Enxuta. 2. Mapeamento do Fluxo de Valor. 3. Performance. I. Dias Alves, Luiz Henrique, orient. II. Título.

DIOGO VIEIRA ROCHA

UTILIZANDO OS PRINCÍPIOS DA MANUFATURA ENXUTA PARA AUMENTAR A PERFORMANCE OPERACIONAL DE UMA EMPRESA DO SETOR SIDERÚRGICO.

Trabalho de Qualificação para Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Aprovada em dia de mês de ano.

BANCA EXAMINADORA

_____

Prof. Dr. Eng. Luiz Henrique Dias Alves.
Universidade Federal de Juiz de Fora

_____

Prof. D.Sc Marcos Martins Borges.
Universidade Federal de Juiz de Fora

_____

Prof. D.Sc Roberto Malheiros Filho.
Universidade Federal de Juiz de Fora

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todas as pessoas que estiveram presentes durante a realização do meu curso de Engenharia de Produção. Meus pais, que sempre me apoiaram durante as mais difíceis decisões durante o curso, meus amigos, que sempre estavam presentes como uma grande equipe na qual aprendi a trabalhar, minha família, com a qual aprendi a ser responsável e persistente, meu irmão, por ser sempre meu companheiro durante a faculdade, minha namorada, por me apoiar tanto e tornar-me uma pessoa mais feliz. Meu orientador Luiz Henrique, que me serve de inspiração e exemplo durante a faculdade e durante a realização desse trabalho.

Gostaria de agradecer também minhas ex-chefes, Cleudina Aparecida Duque Batista Duque e Ana Carolina de Souza Inez, que proporcionaram a oportunidade de aplicar os conceitos aprendidos na faculdade em uma empresa tão conceituada.

Por fim, gostaria de agradecer a Deus por me dar a oportunidade de conhecer tantas pessoas boas que sempre me ajudam a atingir meus objetivos.

RESUMO

A alta competitividade do mercado tem exigido cada vez melhores desempenhos das empresas, de modo que, para elas se manterem competitivas têm que investir cada vez mais em reduzir de custos e melhorar sua produtividade. Partindo dessa premissa, esse trabalho aplica os conceitos da Manufatura Enxuta (ME) para a melhoria da performance operacional de uma fábrica de aço cortado e dobrado localizada em Juiz de Fora – MG. Para isso foi realizado um estudo bibliográfico sobre os fundamentos que norteiam a ME, as principais perdas combatidas por esse sistema e também um estudo específico sobre a ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV), que tem o objetivo de identificar processos que agregam valor para o cliente. Após o estudo bibliográfico, o foco do trabalho passou a ser a fábrica. A partir de uma meta definida pela empresa, este trabalho procurou aplicar ferramentas e conceitos da ME para atingir os objetivos propostos. Iniciando-se pela aplicação da ferramenta MFV para identificação de desperdícios para a principal família de produtos oferecida pela empresa, onde foram definidos o mapa de fluxo de valor atual e o mapa do fluxo de valor futuro, definição de planos de ação para reduzir os desperdícios e atingir o estado futuro, implantação dos planos de ação e análise dos resultados gerados pela implantação dos mesmos. O trabalho foi totalmente realizado juntamente com a equipe da fábrica, que esteve presente em cada uma das etapas principalmente na implantação dos planos de ação. Os resultados desse trabalho levam a crer que as práticas da ME se mostraram bastantes eficazes para atendê-la os objetivos propostos pela empresa.

Palavras-chave: Manufatura Enxuta, Mapeamento do Fluxo de Valor, Performance.

ABSTRACT

This paper applies the concepts of Lean Manufacturing for improving the operational performance of a reinforced steel factory located in Juiz de Fora - MG. For this a bibliographic study on the fundamentals that guide the Lean , the main losses addressed by such a system and also a specific study on the mapping tool Value Stream , which aims to identify processes that add value for the customer was conducted . After the literature study, the focus of work has become the factory. From a target set by the company, this study sought to apply tools and concepts from Lean to achieve the proposed objectives. Starting with the application of VSM to identify waste to the main family of products offered by the company, where the flow map and the current value stream map of future value, defining action plans were defined to reduce waste and achieve the future state, implementation of action plans and analysis of results generated by their deployment. The work was fully realized with the factory team, which was present in each stage mainly in the implementation of action plans. So we can say that the practices of Lean proved quite effective it tends to the objectives proposed by the company.

Keywords: Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, Performance

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fundamentos da Manufatura Enxuta. 18
Figura 2 – (A) Fluxo tradicional e (B) JIT entre estágios 20
Figura 3 - As sete perdas 25
Figura 4 - Passos do MFV. 31
Figura 5 – Fluxo do processo. 36

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Simbologia própria do Mapeamento do Fluxo de Valor 29
Quadro 2 – Processos que agregam valor 40
Quadro 3 – Processos que não agregam valor 40
Quadro 4 – Principais perdas a serem combatidas 41
Quadro 5 – Planos de ação 44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Produção siderúrgica brasileira.....33
Tabela 2 – Metas para tempo de processamento 42
Tabela 3 – Metas para produtividade 43
Tabela 4 – Resultado esperas.....46
Tabela 5 - Resultado produtividade.....47

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

JIT: Just in time

ME: Manufatura Enxuta

STP: Sistema Toyota de Produção

MFV: Mapeamento do fluxo de valor

TC: Tempo de Ciclo

TR: Tempo de troca de ferramentas

TU: Tempo útil

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 13

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 13
1.2 JUSTIFICATIVA 14
1.3 ESCOPO DO TRABALHO 15
1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS 15
1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA 16
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO 17

2. A MANUFATURA ENXUTA 18

2.1 OS FUNDAMENTOS DA MANUFATURA ENXUTA. 18
2.1.1 UM AMBIENTE SEGURO ORGANIZADO E LIMPO 18
2.1.2 SISTEMA DE PRODUÇÃO *JUST IN TIME*. 19
2.1.3 SISTEMA SEIS SIGMA DE QUALIDADE. 22
2.1.4 EQUIPES HABILITADAS 23
2.1.5 GERENCIAMENTO VISUAL 24
2.1.6 BUSCA DE PERFEIÇÃO 24
2.2 AS SETE PERDAS 25
2.2.1 PERDA POR SUPERPRODUÇÃO 25
2.2.2 PERDA POR ESPERA 26
2.2.3 PERDA POR TRANSPORTE 26
2.2.4 PERDA POR PROCESSAMENTO 26
2.2.5 PERDA POR ESTOQUE 27
2.2.6 PERDA POR MOVIMENTAÇÃO 27
2.2.7 PERDA POR DEFEITOS 27
2.3 AGREGAÇÃO DE VALOR 27
2.4 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR 28
2.4.1 DEFINIÇÃO 28
2.4.2 PASSOS PARA IMPLEMENTAÇÃO 31

3. MELHORIA DA PERFORMANCE NA FÁBRICA DE JUIZ DE FORA 33

3.1 O MERCADO DO AÇO 33
3.2 A EMPRESA ESTUDADA 34
3.3 A FÁBRICA ESTUDADA 35
3.4 O PROCESSO PRODUTIVO 35
3.5 DEFINIÇÃO DE METAS E OBJETIVOS 37
3.6 DEFINIÇÃO DA FAMÍLIA DE PRODUTOS ESTUDADA 38
3.7 MAPEAMENTO DO FLUXO ATUAL 39
3.8 INDENTIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS PERDAS 39
3.8.1 PROCESSOS QUE AGREGAM VALOR 39
3.8.2 PROCESSOS QUE NÃO AGREGAM VALOR 40
3.8.3 DEFINIÇÃO DAS PERDAS A SEREM COMBATIDAS 41
3.9 MAPEAMENTO DO FLUXO FUTURO 42
3.10 PLANOS DE AÇÃO 43
3.11 IMPLANTAÇÃO DOS PLANOS DE AÇÃO 45

4. RESULTADOS 46

5. CONCLUSÕES 48

6. REFERÊNCIAS 49

ANEXO 1 – MAPEAMENTO DO ESTADO ATUAL 51

ANEXO 2 – MAPEAMENTO DO ESTADO FUTURO 52

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Segundo Soares (2007) a Manufatura Enxuta teve inicio na Japão, em um período pós-guerra. Como o país se encontrava devastado, a indústria japonesa, representada principalmente pela Toyota, tinha a certeza que não poderia competir de maneira igual com o modelo de produção das fábricas americanas.

A indústria americana utilizava o modelo de produção em massa que, como citado por Slack (2009), tinha como princípios: produtos padronizados, produção empurrada e redução do número de *setups*. As fábricas apresentavam um grande volume de retrabalho, defeitos, estoques e outros tipos de perdas, mas conseguiam ótimos índices de utilização e custos unitários.

Como no Japão não havia a mesma condição de excesso de recursos e demando maior do que a produção, Taiichi Ohm, engenheiro de uma fábrica da Toyota,ao visitar uma fábrica americana percebeu uma grande quantidade de desperdício de recursos. Com isso, confirmou seus pensamentos sobre a existência de desperdício no sistema de produção americano, que não poderiam ser tolerados em um mercado de baixo crescimento como o do Japão.

A partir de então, Soares (2007) relata que os japoneses se propuseram a produzir automóveis de maneira que o desperdício fosse combatido em todos os pontos, melhorando então, a qualidade e a variedade dos produtos. Foi criado, assim, o Sistema Toyota de Produção (SPT), mais tarde chamado por Wamack & Jones (1996) de Manufatura Enxuta.

A ME, chamada por muitos de *Lean Manufacturing*, não representava somente um novo sistema de produção, mas uma nova maneira de pensar a produção relacionada com as novas condições de mercado pós-guerra, que não possuía uma demanda consistente, por isso especulações poderiam trazer grandes prejuízos às empresas japonesas (SHINGO,1996)

As palavras de Shingo (1996) definem bem os objetivos da ME:

> "Seu objetivo central consiste em capacitar as organizações para responder com rapidez às constantes flutuações de demanda do mercado a partir do alcance das

> principais dimensões da competitividade: flexibilidade, custo, qualidade, atendimento e inovação (SHINGO ,1996)".

Segundo Henderson & Larco (2000), uma empresa enxuta é baseada em seis fundamentos que tem foco na redução total do *muda* (desperdício em japonês), são eles: Um ambiente seguro, organizado e limpo, o sistema *Just in time* de produção, Sistema de qualidade *Six Sigma* , Equipes Habilitadas, Gerenciamento a visual e Busca da perfeição.

Os mesmo princípios acima também são citados por Filho & Fernandes (2004) como os principais princípios que norteiam a ME.

Através desses fundamentos a empresa enxuta está em busca do seu principal objetivo, que segundo Henderson & Larco (2000) e Filho & Fernandes (2004), é gerar valor para o cliente através de produtos que atendem suas necessidades e não tenham defeitos. Conforme os mesmos, o cliente não quer um produto que possa ser consertado facilmente ou rapidamente, e sim, um produto que não apresente nenhum tipo de defeito.

1.2 JUSTIFICATIVA

O presente tema foi escolhido de forma a conciliar o interesse do autor pelo assunto e uma possível aplicação no ambiente de trabalho.

Segundo Filho e Fernades (2004), o tema ME é um tema ainda não esgotado. Logo, existe um grande interesse em entender melhor o funcionamento desse sistema em uma grande organização.

Ao mesmo tempo, na empresa onde o trabalho está sendo desenvolvido, está acontecendo um projeto que se baseia nos princípios da ME a fim de melhorar a sua performance operacional.

Devido aos fatores citados acima o autor percebeu uma boa oportunidade de aprofundar-se no tema ME e conhecer algumas limitações práticas e os resultados gerados por essa aplicação.

1.3 ESCOPO DO TRABALHO

Pretende-se realizar uma análise sob a ótica na ME da operação de um fabrica de aço cortado e dobrado de Juiz de Fora. A empresa tem um objetivo de aumento da sua produtividade global com um projeto com foco na operação.

Para isso, será utilizado o capacitador MFV como ferramenta para análise do processo produtivo da empresa. Essa ferramenta será importante para a definição das tarefas que agregam e as que não agregam valor a organização.

Como o trabalho terá um foco na operação da empresa, o MFV será utilizado para identificar o principal desperdício operacional da empresa e depois serão sugeridas melhorias especificamente para o principal processo através da análise dos sete tipos de perdas a fim de melhorar o desempenho da fábrica.

O projeto será desenvolvido juntamente com a equipe da empresa e terá um período de 6 meses desde o seu início até a implantação e os resultados poderão ser observados a medida em que as soluções forem implantadas.

Devido à complexidade do projeto e também a limitações de tempo será selecionada somente uma família de produtos para a aplicação do MVF.

Uma observação importante a ser destacada é o fato da fabrica analisada ser uma das menores fábricas da empresa, logo, existe uma grande dificuldade em direcionar grandes investimentos na sua linha, logo, as algumas das soluções propostas dependerão diretamente da liberação de recursos o que pode dificultar a percepção e coleta de resultados.

1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS

O principal objetivo deste trabalho é a análise da performance da operação produção diante da aplicação de práticas e princípios da ME, principalmente o Mapeamento do Fluxo de Valor ou “MFV” seguida por sugestões e implantação de melhoria para a fábrica.

Para tal torna-se necessário atender aos seguintes objetivos específicos: identificar o fluxo de valor atual, identificar os principais problemas, propor o fluxo de valor futuro, propor e implantar dos planos de ação bem como a analisar das melhorias realizadas.

1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA

O trabalho foi realizado de acordo com a metodologia pesquisa ação, que segundo Tripp (2005), é uma metodologia que advém da investigação ação, sendo uma tentativa técnica e holística de se aprimorar a prática por meio de pesquisa.

Também, para Tripp (2005), a pesquisa ação tem como suas principais características, a análise da prática através de uma pesquisa para se tomar uma decisão. Primeiramente um problema é definido, após isso é realizada uma pesquisa com base nos dados extraídos do problema de modo a encontrar uma boa solução para o mesmo. Outra questão importante é a grande participação das pessoas envolvidas nas decisões relativas ao problema.

Durante a realização deste trabalho inicialmente foram realizado um estudo bibliográfico sobre o tema ME de modo a conhecer o estado da arte sobre o tema, serão estudados os princípios, os tipos de perdas, e um capacitador da ME conhecido como Mapeamento do Fluxo de Valor.

Após o estudo bibliográfico, foram realizado um estudo sobre a empresa, será feita uma pequena introdução sobre o ambiente externo da empresa, algumas características de mercado e após isso passaremos a estudar o ambiente fabril.

Durante o estudo do ambiente fabril foram coletados dados sobre o fluxo produtivo e do mix de produtos da fábrica. Esses dados servirão de base para a definição da família de produtos escolhida para análise. Após a definição da família foi iniciada a análise do processo a fim de realizar o desenho do estado inicial do processo.

Os dados utilizados durante a realização da pesquisa já se encontravam em um banco utilizado pela empresa, esses dados serão utilizados para definir o patamar atual do desempenho da empresa e as metas de desempenho. Para a análise dos resultados da pesquisa foram coletados novos dados a fim de medir a eficiência dos planos de ação implantados utilizando a mesma forma de coleta padronizada pela empresa.

Durante esse projeto foi utilizado um indicador global para o processo, mesmo foi definido pela empresa a fim de medir a sua performance. Esse indicador foi a base para atingir o objetivo do projeto e será analisado para proposição do estado futuro no MVF.

Após analisar o estado atual, foram definidos juntamente com a equipe da fábrica qual deveria ser o desenho do estado futuro. Então, foram criados planos de ação baseados nos princípios da manufatura enxuta e os mesmos serão implantados na empresa.

Por fim, foi realizada uma análise dos resultados a fim de definir se o MFV foi eficaz para a melhoria da performance operacional na empresa através da análise do indicador definido pela empresa concluindo assim o trabalho e as etapas da metodologia de pesquisa ação.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O capítulo um faz uma introdução a fim de contextualizar o tema desenvolvido seguido das considerações sobre o tema, a justificativa da pesquisa, o escopo de trabalho, o objetivo, a definição da metodologia, a estrutura do trabalho e por fim o cronograma das atividades.

O Capítulo dois descreve os referenciais teóricos a respeito da Manufatura Enxuta, Criação de Valor e Mapeamento do Fluxo de Valor, suas fases de aplicação assim como benefícios de sua utilização.

O Capítulo três tratará do desenvolvimento do estudo de caso, inicialmente será realizada a apresentação do mercado e da fábrica onde ocorrerá o estudo, após essa fase, serão utilizados os princípios da ME e o capacitador MFV para identificar as tarefas que não agregam valor, por fim serão traçados planos de ação e os mesmo serão implementados e analisados afim de aumentar a performance da fábrica.

O Capitulo quatro tratará dos resultados quantitativos e qualitativos obtidos pela empresa com a implantação do projeto.

O Capítulo cinco apresentará as considerações finais do trabalho, destacando as principais contribuições da pesquisa, bem como a identificação das limitações e oportunidades de pesquisas futuras.

2. A MANUFATURA ENXUTA

2.1 OS FUNDAMENTOS DA MANUFATURA ENXUTA.

Henderson & Larco (2000) definem os fundamentos para uma empresa enxuta, que representam as bases de funcionamento não somente, da produção como também, de todas as áreas da empresa, esse fundamentos serão comentados nos próximos tópicos e estão ilustrados na Figura 1.

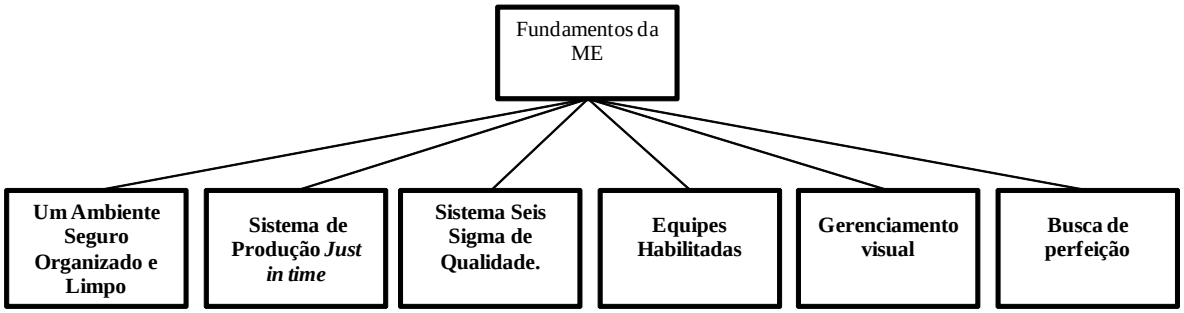


Figura 1 – Fundamentos da Manufatura Enxuta.
Fonte: HENDERSON & LARCO (2000). Adaptado

Para os mesmos, esses fundamentos não devem se restringir somente a produção, mas devem ser disseminados por toda empresa para que a filosofia de redução total de desperdícios funcione.

2.1.1 Um Ambiente Seguro Organizado e Limpo.

Para que empresa consiga eliminar todos os desperdícios é necessário que inicialmente eles sejam identificados. Por isso, segundo Soares (2007), organização e limpeza do ambiente de trabalho são fundamentais para atingir os objetivos da ME.

Henderson & Larco (2000) relatam que o chão de fábrica deve ser comparado a um centro cirúrgico de um bom hospital, ou seja, deve ter uma limpeza impecável, todos os equipamentos devem ser identificados e permanecer nos locais adequados quando não estão sendo utilizados.

Esse fundamento é bastante simples, mas tem excelentes resultados práticos quando bem aplicado, além de deixar um ambiente de trabalho mais confortável e favorável aos trabalhadores, o que provavelmente reduz os riscos de acidentes (SOARES, 2007).

Um ambiente livre de acidentes é muito importante, pois reduz o absenteísmo do trabalho e deixa o trabalhador mais focado em suas atividades, de modo que pode realizá-las com maior foco sem se preocupar com a possibilidade de um acidente (SOARES, 2007).

Outro papel importante desse fundamento é o apoio ao JIT, que tem como um de seus objetivos a redução dos tempos de *setup. Q*uando o trabalhador realiza a troca de matrizes das máquinas, precisa de acesso a ferramentas para realizar a troca. O fato de cada ferramenta ter o seu lugar evita a perda de tempo procurando a mesma ou algum tipo de erro na identificação da matriz (SHINGO,1996).

Na prática, as empresas procuram atingir os objetivos acima a partir da implantação do programa 5S, que para Slack (2009), é baseado em cinco sensos (Utilização, Organização, Limpeza, Higiene e Autodisciplina) e não será o principal objeto de estudo desse trabalho.

2.1.2 Sistema de Produção *Just in time*.

A palavra "*Just in time" signif*ica tempo justo, ou seja, só realizar a tarefa quando necessário. Para Shingo (1996), essa palavra deve ser interpretada como entregas realizadas no momento e na quantidade correta, eliminado todo tipo de espera ou geração de estoque.

Já para Henderson & Larco (2000), o *Just in time* é produzir somente quando o cliente solicitar a fim de evitar desperdícios como, a geração de estoques e a perda de produtos por obsolescência.

Essa simples expressão tem um grande impacto quando é aplicada diretamente a produção. Ou seja, a produção deve ser puxada, os estoques devem ser mantidos no menor nível possível, mantendo o mesmo nível de atendimento ao cliente e garantindo a qualidade no processo produtivo. A linha de produção não pode sofrer paradas, a mão de obra deve ser utilizada ao máximo, a relação cliente-fornecedor deve ser melhorada e as pessoas treinadas para o novo modo de pensar. (HAYES et al.,2008).

Conforme Soares (2007), a produção puxada é oposta à produção empurrada, que é baseada na máxima utilização da capacidade, produção em grandes lotes, altos níveis de inventários para absorver os impactos da não qualidade no processo e também de atender períodos de demandas altas.

Para Slack (2009), os dois sistemas de produção buscam ampliar a sua eficiência, mas por meio de métodos praticamente opostos. Enquanto a produção empurrada busca aumentar a sua eficiência através dos estoques que permitem que a fábrica opere sem parar,

mesmo que ocorra algum problema na linha, a ME busca eliminar todo o tipo de problema que possa gerar a parada da linha de produção. Por isso a ME trabalha com a ideia de estoque zero, o que provoca uma forte dependência entre os estágios da produção aumentando assim a importância de resolver qualquer problema que venha a ocorrer na linha de produção.

Na Figura 2 está ilustrada a diferença relativa ao fluxo de produção entre o JIT e o sistema tradicional de produção.

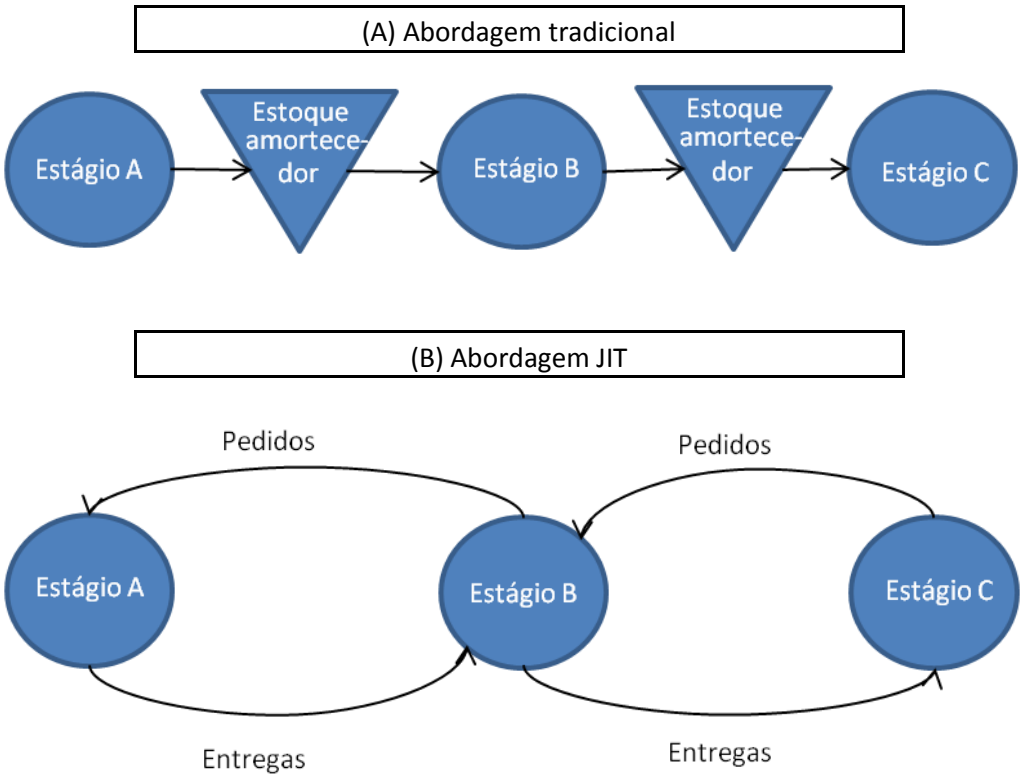


Figura 2 – (A) Fluxo tradicional e (B) JIT entre estágios
Fonte: SLACK (2009). Adaptado.

Para Shingo (1996), na abordagem tradicional os estoques são entendidos como um mal necessário, ou então, para Slack (2009), como uma maneira de encobrir os problemas da produção tornado os estágios independentes uns dos outros.

Ao mesmo tempo em que os estoques realmente protegem a produção, eles geram altos custos, principalmente com capital parado e estimulam as organizações em resolverem os problemas sem atacar a causa a sua real causa, por isso o JIT propõe a redução do nível de estoques (SLACK, 2009).

Segundo Henderson & Larco (2000), a produção em lotes ou bateladas não são boas estratégias para atender o mercado, pois geram um grande estoque em processo e de produto

final, como também aumentam as esperas no sistema de produção. Como todos os tipos de desperdícios e estoques devem ser eliminados, no JIT o tamanho do lote deve ser unitário.

Bartz (2013) relata como principal ferramenta utilizada para a redução do nível de estoques é o sistema *Kanban*, que controla toda a produção e movimentação através de cartões, controla os estoques de maneira visual inibindo assim muitas formas de retrabalho.

Shingo (1996) descreve que, para que o JIT funcione, é importante que a capacidade e a carga em cada um dos centros de produção estejam balanceadas, ou melhor, a ME precisa de equilíbrio para o bom funcionamento do sistema.

Outra questão importante diz respeito ao *setup* ou troca de matrizes das máquinas, como a produção é puxada pelo cliente final, ela deverá se adequar sempre a demanda, aumentando assim as trocas de matrizes e também das paradas.

Por isso, o JIT prega a redução dos tempos *setup*, segundo Shingo (1996), essa redução está associada ao alcance de vários objetivos do JIT, como a eliminação das perdas por superprodução, a resposta à demanda do consumidor e a redução do tamanho dos lotes de produção.

Ainda para Shingo (1996), os lotes de produção devem ser reduzidos ao máximo sendo em uma fábrica ideal, um lote de somente 1 peça, esse lote de somente uma peça proporcionaria o fluxo de peças unitárias o que reduziria drasticamente a necessidade de estoques e as perdas por espera.

O fluxo unitário de peças traz consigo muitos benefícios, pois segundo Shingo (1996), ele reduz o tempo de ciclo da fábrica, o que para Slack (2009), é muito importante, pois quanto mais tempo o produto fica em processamento mais chances tem de passar por atividades que não agregam valor.

A sustentação do JIT exige um alto grau de confiabilidade, pois uma das maiores dificuldades desse sistema é lidar com a alta variabilidade da demanda. Para que o sistema funcione bem os equipamentos não podem quebrar. (BAKRI et al. 2012; CUA et al. 2011; HENDERSON & LARCO, 2000). Bakri et al. (2012) citam que uma questão muito importante para o bom andamento da produção é a utilização da Manutenção Produtiva Total, que tem um foco na prevenção da quebra dos equipamentos reduzindo assim a instabilidade da linha de produção.

A qualidade dos produtos e processos também é a chave para o bom funcionamento do JIT e para a redução de desperdícios, o retrabalho tem que ser eliminado, pois não agrega

valor nenhum ao produto. Logo é proposto o sistema que admite zero defeito (BAKRI et al. 2012; CUA et al. 2011; HENDERSON & LARCO, 2000).

Como foi citado anteriormente, a ME tem que agregar valor para o cliente, logo uma ferramenta muito importante para a produção JIT é a identificação dos processos que agregam valor para o cliente. A identificação desses processos ajuda a organização a ter uma melhor visão dos desperdícios presentes na produção, o processo que ajuda organização a identificar os desperdícios é o mapeamento do fluxo de valor. (SOARES, 2007)

O Mapeamento do fluxo de valor será mais aprofundado em um capitulo específico desse estudo, pois será uma das ferramentas utilizadas para a melhoria da performance operacional da empresa estudada.

2.1.3 Sistema Seis Sigma de Qualidade.

Segundo Soares (2007), a qualidade para as fábricas de manufatura enxuta é tratada com tanto interesse, que qualquer pessoa que encontrar algum defeito na linha de produção tem autonomia para pará-la. Segundo mesmo autor, isso acontece para que as pessoas esqueçam as atividades que estão realizando e tenham foco na resolução do problema atual.

Shingo (1996) afirma que nas empresas de manufatura enxuta as máquinas são projetadas para detecção de problemas no processo, caso o problema não possa ser resolvido pela própria programação do equipamento a linha é interrompida imediatamente.

Isso ocorre também porque as empresas enxutas preferem resolver o problema ao invés de realizar retrabalho durante o processo. Um dos problemas da produção em massa é o fato dessas empresas considerarem normal o alto volume de retrabalho (BAKRI et al. 2012; CUA et al. 2011; HENDERSON & LARCO, 2000).

A automação bem implantada é uma das características marcantes da ME. Ela permite que um funcionário tome conta de vários processos ao mesmo tempo e também tem o foco na identificação e tratamento de anomalias no processo para que elas não se repliquem (BAKRI et al. 2012; CUA et al. 2011; HENDERSON & LARCO, 2000).

Henderson & Larco (2000) relatam que uma característica muito importante para a qualidade nos processos de uma empresa enxuta é formação de equipes multidepartamentais para projetar produtos, de modo que, sempre sejam feitas melhorias para reduzir a possibilidade de defeitos no processo, tornando assim a fabricação mais simples. Esta é uma característica forte de organizações que operam com sistemas de manufaturas ágeis e manufaturas responsivas (MOURA & BOTTER, 2012; RAWABDEH & AL-HADIDI, 2007)

Para Shingo (1996) a Engenharia de Valor, que questiona a possibilidade de reprojeto do produto é a primeira etapa para redução de desperdícios e melhoria da qualidade do projeto. A segunda etapa seria a melhoria do processo produtivo, que consiste na simplificação das etapas do processo produtivo.

Por fim, para Henderson & Larco (2000), os produtos devem ser construídos com qualidade e não construídos para serem inspecionados.

2.1.4 Equipes Habilitadas

Tubino (2000) diz que em todos os aspectos do pensamento enxuto o envolvimento das pessoas é essencial. Ele complementa dizendo que a mudança de pensamento e cultura da gerência e das demais pessoas é essencial para o funcionamento do sistema de manufatura enxuta.

Como as pessoas são consideradas a base para o funcionamento da ME, verifica-se a grande importância do investimento em capacitação de pessoas para que o sistema se mantenha sempre robusto e eficiente (TUBINO,2000;SOARES,2007).

Segundo Slack (2009), as empresas enxutas tem um enfoque em trabalhadores multifuncionais, logo práticas como solução de problemas em equipes, rotação de cargos e equipes multidisciplinares e autogerenciáveis são comuns nessas empresas. Acredita-se que essas práticas aumentam o engajamento dos funcionários e também o sentimento de propriedade dos processos.

Através da capacitação das pessoas, segundo Soares (2007), as pessoas se tornam mais eficientes e eficazes, podendo realizar várias tarefas ao mesmo tempo, o que aumenta a flexibilidade e habilidade dos trabalhadores.

Outra questão muito importante citada por Henderson & Larco (2000) é o fato da hierarquização nas empresas enxutas ser muito menos burocrática, permitindo aos funcionários a formação de grupos preparados para tomar decisões como, quem irá fazer hora extra ou que estará de folga na semana.

Essa autonomia também ocorre quando ocorre algum problema na linha de produção, como os funcionários reunidos em times, eles conseguem resolver o problema rapidamente, cada um executando a função na qual foi treinado, sem muita burocracia. (HENDERSON & LARCO, 2000)

2.1.5 Gerenciamento visual

Para Henderson & Larco (2000), a informação não foi obtida para ser guardada por gestores, eles defendem o fato que as pessoas têm que saber os resultados e, também, aonde a empresa quer chegar. Esse conhecimento ajuda os funcionários a participarem mais ativamente com soluções para os problemas presentes nas empresas e a estarem mais envolvidos com seus resultados.

A gestão visual também pode ajudar e agilizar a resolução dos problemas no dia a dia. Soares (2007) relata que a utilização de luzes, quadros de gestão e outros mecanismos que chamem atenção para questões importantes que ocorrem no ambiente de trabalho são muito importantes para a organização e resolução dos problemas com eficiência.

Henderson & Larco (2000) citam como o grande exemplo do gerenciamento visual a utilização do sistema Kanban, que identifica e sinaliza qualquer tipo de produção ou movimentação que ocorre nas fábricas através de pequenos cartões. Por fim Henderson & Larco (2000) concluem afirmando que a informação deve estar sempre disponível para todos em uma empresa enxuta.

2.1.6 Busca de perfeição

Slack (2009), afirma que a busca pela perfeição através da melhoria contínua é muito importante para a ME, pois ela se baseia em princípios que buscam o zero defeito, o zero estoque e estar no local certo na quantidade certa. Esses princípios somente podem ser atingidos com um busca contínua e insistente pela melhoria contínua, também conhecida como *Kaizen.*

Na mesma linha de pensamento, para Tubino (2000), a empresa enxuta não pode passar nenhum dia sem melhorar algum de seus processos. O mesmo também defende que nenhum defeito pode passar despercebido e devem ser definidas metas, mesmo que intangíveis para direcionar a ação dos trabalhadores.

Henderson & Larco (2000) defendem que a organização funciona para atender as necessidades dos clientes, de modo que tudo o que não agrega valor para organização deve ser eliminado. Além disso, defendem a ideia de que os operadores devem ser instigados a propor soluções para a eliminação dos desperdícios e eles mesmos devem executar as propostas.

2.2 AS SETE PERDAS

As perdas identificadas no sistema de produção em massa são os principais focos de atuação da ME. Segundo Slack (2009), os principais desperdícios combatidos pela ME são a superprodução, espera, transporte, processamento, estoques, movimentação e defeitos. Neste capitulo serão esclarecidos o modo como são tratados esses desperdícios pela ME.

Salgado (2009) apresenta também como outros desperdícios da produção: a falta de disciplina, reinvenção e limitação de recursos de TI.

Uma forma de combater os desperdícios e agregar mais valor à organização é realizando atividade com o mínimo de interrupções e de maneira cada vez mais eficaz (FILGUEIRAS et al, 2013; WAMACK & JONES, 1996).

A Figura 3 ilustra os sete tipos de perdas que serão tratados nos próximos tópicos.

Figura 3 - As sete perdas

Fonte: Lean Enterprise Intitute (Adaptado)

2.2.1 Perda por Superprodução

A perda por superprodução esta associada ao excesso de produção, ou seja, produzir sem que o cliente tenha pedido, sendo que o cliente pode ser interno ou externo. A perda por

excesso de processamento é a principal perda para a ME.(FILGUEIRAS et al, 2013; SLACK, 2009)

Shingo (1996) afirma que existem dois tipos de perdas por superprodução, a quantitativa e a antecipada. A primeira consiste no alto volume de produção sem uma demanda que possa absorver e a segunda está ligada antecipação da produção.

2.2.2 Perda por Espera

A perda por espera está altamente associada à falta de sincronização na produção, aos níveis de materiais em processamento e ao tamanho dos lotes em processamento. O fato das empresas quererem sempre utilizar o máximo possível de sua força de trabalho, acaba fazendo com que, as vezes, essa mão de obra se ocupe em produzir somente para que o material fique parado, já que a demanda do próximo processo não poderia absorver a quantidade produzida (FILGUEIRAS et al, 2013; SLACK, 2009; SHINGO, 1996).

2.2.3 Perda por Transporte

As movimentações desnecessárias não agregam nenhum tipo de valor ao produto. Logo, essa perda deve ser combatida com melhorias no *layout* e tornar os meios de transporte mais racionais (FILGUEIRAS et al., 2013; SLACK, 2009; SHINGO, 1996).

2.2.4 Perda por processamento

As perdas por processamento são os desperdícios no próprio processamento que não tem a função de agregar valor ao produto, ou seja, fases do processo desnecessárias no processamento.

As melhorias no processamento dos produtos devem ser as primeiras a serem realizadas, pois estão diretamente relacionas a geração de valor para o cliente, por isso dever ser deve ser realizada uma análise de valor para o produto (FILGUEIRAS et al. 2013; SLACK, 2009; SHINGO, 1996).

2.2.5 Perda por Estoque

As perdas por estoque, normalmente, estão associadas a perdas por ineficiências nos processos ou nas operações. O mesmo diz que os estoques são somente o resultado de previsões incorretas de demanda, especulação de produção para evitar riscos, produção em grandes lotes, quebras de máquinas (FILGUEIRAS et al., 2013; SLACK, 2009; SHINGO, 1996).

2.2.6 Perda por Movimentação

O fato dos operadores estarem sempre ocupados passa a falsa impressão de que estão agregando valor ao produto, mas se estão realizando tarefas ou movimentações sem propósito, a atividade representa um desperdício.

A automação e estudo de tempos e movimentos são muito utilizados para eliminação da perda por movimentação (FILGUEIRAS et al, 2013; SLACK, 2009; SHINGO, 1996).

2.2.7 Perda por defeitos

Os produtos defeituosos normalmente causam grandes problemas para as empresas e são chamados de custos da não qualidade. O desperdício é uma questão significativa na organização e deve ser eliminado. A produção tem um objetivo de zero defeitos. Para isso a ME propõe a utilização da inspeção 100% pela produção.(FILGUEIRAS et al., 2013; SLACK, 2009; SHINGO, 1996).

2.3 AGREGAÇÃO DE VALOR

As operações podem ser divididas em três tipos, as que agregam valor, as que não agregam valor e são necessárias e as que não agregam valor são desnecessárias. Sendo a principal diferença entre elas o processamento de materiais. As operações que agregam valor são onde a matéria prima, ou o cliente, sofrem processamento e as que não agregam são as outras operações. As operações que não agregam valor devem ser eliminadas começando pelas desnecessárias (SHINGO, 1996).

Quanto maior o número de operações que não agregam valor menor será a eficiência da fábrica, por isso as atividades que não agregam valor sempre que possível devem ser eliminadas. (HENDERSON & LARCO, 2000; ROTHER & SHOOK,1999)

Coforme foi dito anteriormente uma técnica utilizada para identificar as operações que agregam e não agregam valor para a organização é o Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV).

2.4 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR

2.4.1 Definição

Segundo Castro (2007), o MFV já era utilizado com frequência nas fábricas da Toyota, quando Rother e Shook (1999), procuraram entender o motivo de tantas empresas tentarem frustradamente a implementação da ME.

Segundo Slack (2009), o MFV é a ferramenta simples que permite uma visão diferenciada sobre os processos e operações que realmente estão agregando valor à organização.

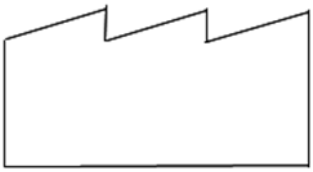
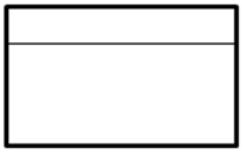
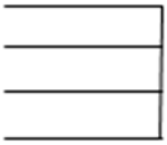
Lacerda (2013) e Castro (2007) relatam como benefícios da utilização do MFV a melhor visão sistêmica dos processos da organização, padronização da linguagem utilizada, exposição dos fluxos da organização facilitando a tomada de decisão, ligação entre o fluxo de informações e materiais, elaboração de metas entre outros.

Para Rother & Shook (2003), Castro (2007) e Lacerda (2013), o MFV utiliza desenhos simples para representar o fluxo de informações e operações e a maneira como eles agregam valor para organização. Esses desenhos simples são a base para o entendimento dos desperdícios e ineficiências na organização.

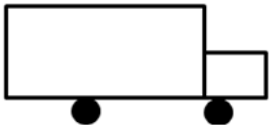
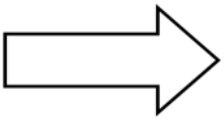
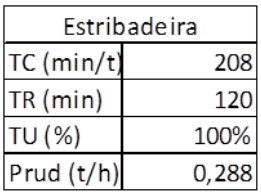
Conforme nos capítulos anteriores, o principal objetivo da ME é a eliminação total de desperdícios, por isso a primeira coisa a ser feita é a identificação dos mesmos. Assim, o MFV é um capacitador chave para implementar a ME em uma empresa (ROTHER & SHOOK,1999).

Para Salgado et al.(2009), o MFV é a única ferramenta indicada para a identificar e combater de todas as sete perdas ou desperdícios apresentados anteriormente.

No Quadro 1 estão apresentadas legendas para a realização do MFV que servirão de base para a realização deste trabalho :

Símbolo	Significado
	Recurso externo
	Produção puxada
	Processo de apoio ou informação
	Estoque
	Processo principal
	Supermercado, estoque usado para controlar a produção

Quadro 1 – Simbologia própria do Mapeamento do Fluxo de Valor
Fonte: ROTHER &SHOOK (1999). Adaptado

	Transporte rodoviário
	Movimentação de materiais
	Potencial de melhoria
	Caixa de dados
	Fluxo de informação manual
	Operador

Quadro 1 - Simbologia própria do Mapeamento do Fluxo de Valor (continuação)

Fonte: ROTHER &SHOOK (1999). Adaptado

2.4.2 Passos para implementação

São seguidos os seguintes passos para aplicar o MFV em uma organização: a divisão e seleção dos produtos em famílias, desenho do fluxo atual de processos e informações, desenho do fluxo futuro, definição de planos de ação e implementação de planos de ação para que o fluxo atual se torne o fluxo futuro (LACERADA,2013;ROTHER & SHOOK,1999;LUZ & BUIR,2004;CASTRO,2007).

Uma questão interessante é a alternância entre o estado atual e o estado futuro, que segundo Lacerda (2013) e Castro (2007), representam a melhoria contínua, ou seja, sempre que se chega ao estado futuro, deve ser desenhado novamente o estado futuro para ser atingido.

A figura 4 ilustra essa relação de melhoria contínua e as etapas de implantação do MFV segundo Rother & Shook (1999).

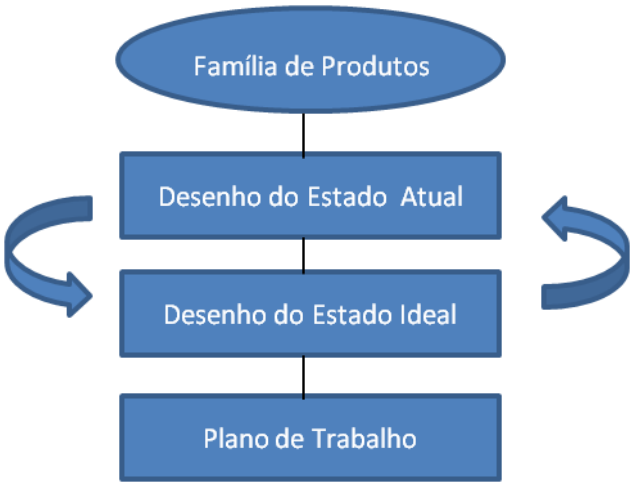


Figura 4 - Passos do MFV.

Fonte: ROTHER &SHOOK (1999). Adaptado.

Para Queiroz et al.(2004),Castro (2007) e Rother & Shook (1999), na etapa de seleção de famílias de produtos, devem ser escolhidos produtos que possuem etapas semelhantes no processo de produção, afim de facilitar a análise do estado atual e estado

futuro, já que as modificações propostas devem trazer melhorias para a família de produtos como um todo.

A definição de metas e responsáveis para a análise do fluxo das famílias é uma questão crítica para bom desenvolvimento do MFV. Após essa etapa, deve ser desenhado o fluxo atual dos processos e das informações, através de coleta de dados no chão de fábrica. As informações mais importantes para serem coletadas são: tempo de troca de ferramentas, tempos de processamento, tamanho de lote entre outros. Durante a realização do levantamento do estado atual, são geradas ideias para o estado futuro (LACERDA, 2013;QUEIROZ et al,2004; ROTHER & SHOOK, 1999).

Segundo Lacerda (2013), após a conclusão do desenho do fluxo atual deve ser realizado o fluxo do estado futuro. Conforme dito acima as tarefas são classificados em três tipos de acordo com a relação de agregação ou não de valor ao produto.

Após a classificação, as tarefas que não agregam valor e são desnecessárias são eliminadas. Continuando a análise, as tarefas necessárias que não agregam valor são estudadas para que sejam eliminadas sem prejudicar o produto. O objetivo dessa etapa é a eliminação total dos desperdícios (LACERDA, 2013; ROTHER & SHOOK ,1999).

Segundo Luz & Buir (2004) e Castro (2007), o ultimo passo para a implementação do MFV é a definição e implementação de planos de ação para atingir o estado futuro. Nessa etapa a definição de responsáveis e o monitoramento da implementação fazem a diferença para a eficácia do método. (ROTHER & SHOOK ,1999)

Quando a organização atinge o estado futuro, o próximo passo é se considerar o estado atual novamente e redesenhar o estado futuro, definindo novamente os planos de ação e os implementando, seguindo assim um ciclo de melhoria continua (LUZ & BUIR, 2004; ROTHER & SHOOK ,1999;CASTRO,2007).

A partir da busca da melhoria continua essa metodologia servirá como base para o desenvolvimento desse trabalho, e para aplicação de princípios e ferramentas da manufatura enxuta em uma empresa.

3. MELHORIA DA PERFORMANCE NA FÁBRICA DE JUIZ DE FORA

3.1 O MERCADO DO AÇO

Segundo o Instituto aço Brasil, o aço é um dos materiais de maior importância para economia para do Brasil, pode-se dizer que o consumo e produção deste metal é correlacionado positivamente com o crescimento da economia brasileira.

Segundo o Instituto aço Brasil, a indústria do aço é representada por 29 usinas dirigidas por 11 grupos empresariais. Esse parque industrial apresenta uma capacidade instalada de 48,4 milhões de toneladas brutas de aço, emprega mais de 132 mil pessoas e foi responsável por um saldo de 2,5 bilhões de dólares na balança comercial brasileira no ano de 2012. Seus principais produtos são dedicados à indústria de bens de capital, construção civil, automotiva e de máquinas e equipamentos.

Apesar da grandiosidade desse mercado, de forma geral tem ocorrido uma redução de demanda pelo aço. Essa redução pode ser observada na Tabela 1 abaixo, onde a produção de aços brutos teve uma redução de 1,5% do ano de 2011 para o ano de 2012.

Tabela 1 – Produção siderúrgica brasileira

PRODUÇÃO SIDERÚRGICA BRASILEIRA

Unid.: 10^3 t

PRODUTOS	JAN/DEZ		12/11	OUT	NOV	DEZEMBRO		12/11	ÚLTIMOS
	2012(*)	2011	(%)	2012	2012	2012(*)	2011	(%)	12 MESES
AÇO BRUTO	34.681,9	35.220,1	(1,5)	3.154,1	2.843,8	2.604,4	2.674,3	(2,6)	34.681,9
LAMINADOS	26.238,6	25.239,9	4,0	2.277,7	2.177,6	1.941,5	1.877,2	3,4	26.238,6
PLANOS	15.444,0	14.264,9	8,3	1.344,1	1.326,9	1.271,4	1.121,6	13,4	15.444,0
LONGOS	10.794,6	10.975,0	(1,6)	933,6	850,7	670,1	755,6	(11,3)	10.794,6
SEMI-ACABADOS P/VENDAS	7.210,4	8.037,8	(10,3)	619,7	595,1	599,4	696,1	(13,9)	7.210,4
PLACAS	6.043,3	6.745,2	(10,4)	512,5	473,6	492,2	565,0	(12,9)	6.043,3
LINGOTES, BLOCOS E TARUGOS	1.167,1	1.292,6	(9,7)	107,2	121,5	107,2	131,1	(18,2)	1.167,1
FERRO-GUSA (Usinas Integradas)	27.045,4	27.466,8	(1,5)	2.442,0	2.180,2	2.304,3	2.254,9	2,2	27.045,4

(*) Dados Preliminares.

Fonte: Aço Brasil

O fato da indústria do aço brasileira ter mais capacidade de produção do que a demanda faz com que os grupos empresariais busquem cada vez mais uma maior fatia de mercado de modo a aumentar seu lucro. Para isso, as empresas têm foco na redução de custo e melhoria de performance afim de se tornarem mais competitivas nesse mercado.

Além da alta competitividade do mercado, pode-se observar um movimento dos grandes players do mercado no sentido de atuarem com todos os subgrupos de produtos, ou seja, as empresas querem aumentar suas parcelas de mercado.

Em função dessa dificuldade de mercado, muitos projetos estratégicos estão sendo desenvolvidos com objetivo de melhoria da performance e redução de custos. Um desses projetos será objeto de estudo desse trabalho sendo desenvolvido durante a realização desse trabalho.

3.2 A EMPRESA ESTUDADA

A empresa iniciou sua trajetória em 1901, com uma fábrica de pregos e de móveis na cidade de Porto Alegre, no Rio Grande do Sul. A partir de então a iniciativa sofreu uma expansão com a construção de uma nova planta em Passo Fundo (RS). Em 1948, a empresa construiu sua primeira usina, instalada em Porto Alegre. Após a construção de duas usinas no Rio Grande do Sul iniciou sua expansão pelo Brasil, construindo junto a um grupo alemão uma usina no estado do Rio de Janeiro e iniciando atividades no setor comercial de aços. Após o início da expansão pelo Brasil, também começou sua disseminação pela América Latina. Em 1992 lançou seu principal produto, o vergalhão, com a garantia de qualidade do grupo. Após isso, expandiu suas atividades pela América do Norte, principalmente nos Estados Unidos, para Europa e Ásia.

Segundo o site da empresa, no ano de 2013 ela se apresenta como líder do segmento de aços longos nas Américas e está presente em 14 países distribuídos na América, Europa e Ásia. A corporação conta com 45 mil colaboradores e tem uma capacidade de produção de 25 milhões de toneladas por ano. A instituição é reconhecida por ser a maior recicladora de aços do mundo, mostrando assim a sua preocupação com o desenvolvimento sustentável. Seus produtos são utilizados em diversas indústrias, entre elas a construção civil, obra de infraestrutura, indústria e o setor agropecuário.

Conforme comentado anteriormente, a alta competitividade do mercado fez com que a esfera estratégica da empresa definisse projetos estratégico que serão aplicados a nível operacional a fim de melhorar a performance das fábricas para que a empresa aumente seu sua competitividade.

O desenvolvimento e a implantação de um desses projetos será acompanhado em uma fábrica de aço cortado e dobrado localizada na cidade de Juiz de Fora - MG e será apresentada no próximo capítulo.

3.3 A FÁBRICA ESTUDADA

A fábrica onde foi desenvolvido o trabalho tem uma capacidade produtiva de 200 t de aço por mês envolvendo operações de corte e dobra, conta com um quadro de 11 colaboradores, composto por um chefe de fábrica, um analisa, um estagiário e 8 operadores. A empresa está instalada em um galpão que ocupa uma área de aproximadamente 1600 m² sendo dividido em área técnica, estoque de material acabado, e estoque de matéria prima, e produção.

Seu mercado de atuação compreende um raio de aproximadamente 200 km da cidade de Juiz de Fora, tendo como principal consumidora de seus serviços, a indústria local da construção civil, indústria de pré-moldados, e infraestrutura de médio porte da cidade.

O corte e dobra de aço é considerado um serviço e tem o objetivo de entregar ao cliente o vergalhão cortado e dobrado na medida certa, ou seja, através de projetos estruturais, o cliente solicita seu material e combina a data para a entrega. Algumas das principais vantagens desse serviço são: a redução do desperdício de materiais, ganho de produtividades dos armadores durante as obras e possibilidade de compra da ferragem necessária no momento necessário.

Para atender os clientes seguindo suas especificações é necessária toda uma estrutura que garante a qualidade, entrega no prazo e segurança nas operações. Para entendermos melhor o fluxo de informações e materiais na fábrica será apresentado no próximo capitulo o fluxo do processo atual da empresa.

3.4 O PROCESSO PRODUTIVO

O processo da fábrica apresentado na Figura 5 se inicia com a venda do serviço de corte e dobra e tem com principal entrada a programação realizada pelo cliente. Nessa folha são especificados os projetos estruturais que fazem parte do pedido e também possíveis peças extras solicitadas pelo mesmo.

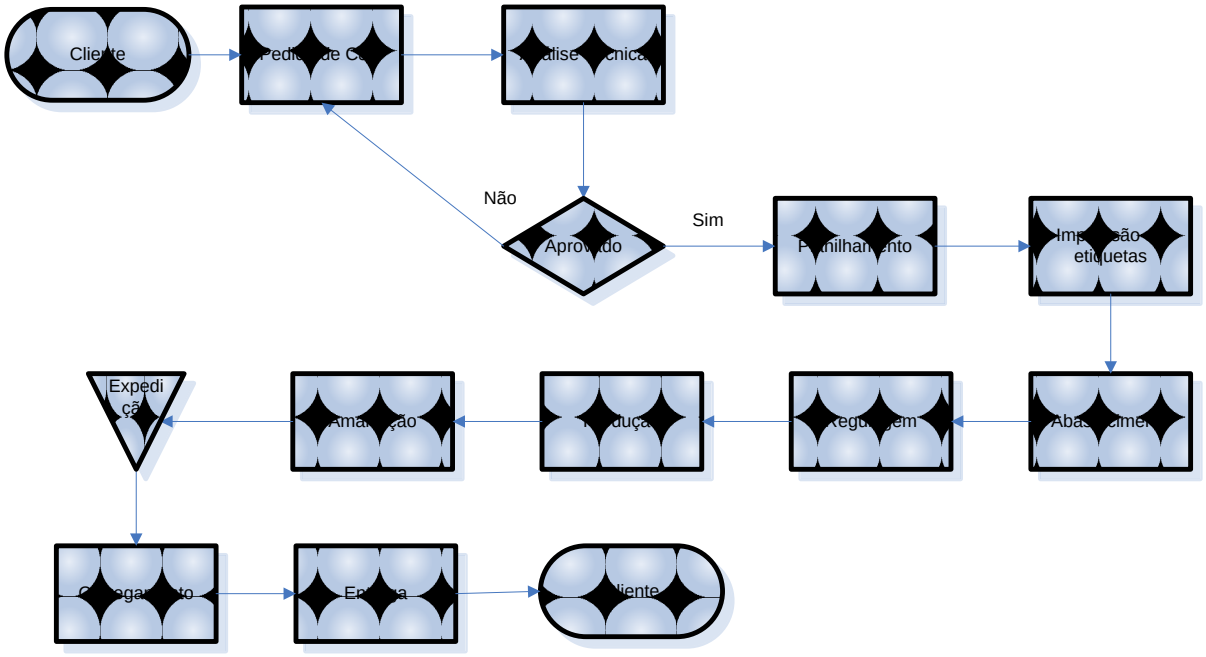


Figura 5 – Fluxo do processo.

Fonte: Autor

Quando os projetos chegam à unidade é realizada uma análise técnica dos projetos estruturais com objetivo de identificar possíveis falhas eu especificação não atendidas pela fábrica.

A partir disso, os projetos são encaminhados a uma área específica para que os produtos presentes nos projetos sejam mapeados por um *software* e por fim dispostos em etiquetas que serão as entradas do processo de produção.

As etiquetas com as posições a serem produzidas são levadas para área de produção onde ficam armazenadas em um quadro, onde são divididas que acordo com os clientes e são produzidas de acordo com a programação da produção.

O processo de produção se inicia com o abastecimento das máquinas, onde rolos de aço são inseridos nas máquinas. A partir do abastecimento os fios de aços são introduzidos nas máquinas através de roldanas de aços especiais que tem a função de desempenar os rolos de modo que fiquem retos.

Com os fios introduzidos na máquina, são necessárias trocas de ferramentas de modo a adaptar o fio e sua espessura aos padrões de qualidade de fábrica. Para que os fios atendam as especificações dos clientes é necessário fazer a regulagem da máquina, que geralmente é um processo demorado e apresenta muitas variações. Após a regulagem dos fios a máquina está pronta para iniciar a produção.

A produção é iniciada com a digitação do formato e o número de peças a ser realizada, após a validação dos dados a máquina corta e dobra os fios de acordo com a especificação do cliente.

O material que é produzido sofre o processo de amarração e se acumula no equipamento até um peso de no máximo 800 kg. O próximo processo é a retirada do material produzido com o auxilio de uma ponte rolante.

O material acabado é levado para o estoque de material acabado, sendo separados de acordo com o número presente na etiqueta de modo a facilitar o processo de carregamento do produto.

Por fim após a produção de todas as peças do cliente, os produtos são carregados em um caminhão com condições especiais a fim de atender as características especiais do aço cortado e dobrado.

Para melhorar os baixos níveis de produtividade da fábrica o processo de produção descrito acima será analisado pela ferramenta MFV a fim de entendermos as principais atividades que agregam valor ao produto.

Antes de realizar a análise do fluxo de produção serão então definidas as metas de melhoria de produtividade definidas para a fábrica de modo a atender a melhoria da performance operacional proposta pela empresa.

3.5 DEFINIÇÃO DE METAS E OBJETIVOS

Foram definidas duas metas para melhoria da performance da fábrica, uma relacionada a produtividade da família de produtos e outra relacionada aos estoques de matéria prima e material acabado.

A empresa definiu que, para o nível de atendimento desejado deveria ter um estoque de matéria prima de aproximadamente 15 dias, o que representa nas condições atuais de produtividade da fábrica aproximadamente 34 t de aço. Já para o estoque de material acabado a empresa definiu uma meta de seria de 3 dias , que são representados por aproximadamente 7 t de aço.

A meta para a produtividade das famílias de produtos foi realizada da seguinte maneira:

1. Foram coletadas as informações históricas do banco de dados da fábrica a fim de analisar a produtividade média da fábrica para cada família de produtos (VA)
2. Foi definida então uma fábrica ideal para cada família de produtos considerando os valores de benchmarking (VI).
3. A partir disso foi definida a meta futura (MF): O valor de produtividade da média fábrica foi deduzido do valor de meta da fábrica benchmarking, essa diferença foi ponderada por pelo valor 0,3. Logo, a meta da fábrica seria sua meta atual adicionados de 30% do valor da diferença entre a sua produtividade atual e a produtividade da fábrica ideal.
4. A equação de definição da meta pode ser observada abaixo:

$$MF= VA+(VI-VA)*0,3 \text{ kg/h}$$

Para a fábrica de Juiz de Fora, o valor atual de produtividade para a família de produtos estudada é de 288 kg/h e a produtividade a ser atingida é de 321 kg/h. Para isso foi utilizada a metodologia de MVF a fim de mapear as atividades que podem trazer um possível aumento de produtividade para a fábrica e definir planos de ação para atingir a meta da fábrica.

3.6 DEFINIÇÃO DA FAMÍLIA DE PRODUTOS ESTUDADA

As famílias de produtos podem ser divididas de três formas:

1. Produtos que passam por processos automáticos, ou seja, o corte e as dobras são realizados em uma só máquina.
2. Produtos que passam por máquinas automáticas e depois seguem para acabamento em máquinas manuais.
3. Produtos que só passam por máquinas manuais sendo cortados em uma máquina e dobrados em outra.

Apesar de o processo automático ser o mais rápido da fábrica, a família de materiais que têm a maior demanda é processada nesses equipamentos, sendo então o principal gargalo da fábrica. Com relação os processos manuais, esses estão envolvidos com materiais que têm

uma baixa rotatividade na fábrica, por isso ganhos nesses processos seriam ganhos locais e não globais, considerando a fábrica.

Por esse motivo, a família escolhida para o estudo foi a de produtos que tem seu fluxo passando pelas máquinas automáticas, pois qualquer ganho no fluxo de valor desse processo representa um ganho para a fábrica como um todo, considerando a ressalva de que nos setores manuais apresentam uma grande ociosidade.

3.7 MAPEAMENTO DO FLUXO ATUAL

Para a realização da análise do fluxo de valor atual da fábrica foram realizadas reuniões com vários funcionários de modo a obter uma maior variedade de opiniões e dados mais concretos sobre os processos de valor da empresa.

Durante as reuniões os grupos fizeram uma visita à fábrica analisando minuciosamente cada processo relacionado à família de produtos analisada, pois conforme a metodologia, durante a realização do mapeamento do fluxo atual da empresa já se iniciam a formação de ideias para definir o fluxo de valor futuro.

Além das visitas, foram utilizados para definição dos parâmetros do mapa de valor, dados fornecidos pela empresa referentes à produtividade, capacidade de produção, tempos de ciclo e estoques médios referentes ao mês da visita.

O Anexo 1 apresenta a o mapa do fluxo de valor para a família de produtos estudada, esse mapeamento será a base para identificação das tarefas que agregam valor a organização como também das principais perdas do processo produtivo. Ele apresenta basicamente a descrição do processo produtivo da empresa utilizando a linguagem do MFV.

3.8 INDENTIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS PERDAS

3.8.1 Processos que agregam valor

Conforme pode ser observar no fluxo de valor atual (Anexo 1) referente a essa família de produtos, a grande maioria das atividades citadas tem um alto grau de agregação de valor para a empresa.

No Quadro 2 os processos que agregam valor são identificados e os principais valores agregados para o cliente:

Processo	Valor agregado
Planilhamento	Organização das peças no canteiro de obras
Estribadeira	Corte e dobra do aço nas condições estabelecidas pelo cliente
Amarração	Separação dos elementos a fim de facilitar a organização no canteiro de obras
Retirada de material	Realiza a separação do material de maneira a facilitar a descarga pelo cliente

Quadro 2 – Processos que agregam valor

Fonte: Autor

Os processos do quadro acima estão diretamente ligados a agregação de valor ao cliente, mas conforme pode ser observado do fluxo de valor atual (Anexo 1) , eles apresentam algumas perdas importantes, que se reduzidas irão aumentar a performance da fábrica.

3.8.2 Processos que não agregam valor

Conforme foi observado nessa pesquisa, os processos que não agregam valor a produção geralmente têm o objetivo de organizar, ou melhorar alguma variável que o cliente considera importante.

Todos os processos que não agregam valor a fábrica estão diretamente ligadas a concepção do produto, logo essas atividades não podem ser eliminadas. Apesar de não poderem ser eliminadas, elas podem ter suas performances melhoradas. Os processos que não agregam valor estão representadas no Quadro 3.

Processo	Porque não agrega valor?
Estocagem de matéria prima	Aumenta o custo de capital da empresa impactando indiretamente no preço do produto final.
Estocagem de material acabado	Aumenta o custo de capital da empresa impactando indiretamente no preço do produto final.
Expedição	Somente envia o material que já está pronto e aumenta os custos de produção.

Quadro 3 – Processos que não agregam valor

Fonte: Autor

Após a análise de valor dos processos do mapeamento do fluxo de valor iremos definir as principais perdas a serem combatidas a fim de definir junto à equipe da fábrica o fluxo de valor futuro da fábrica.

3.8.3 Definição das perdas a serem combatidas

A definição das perdas a serem combatidas será realizada utilizando como base as 7 perdas da ME e estão definidas no Quadro 4.

Perdas a serem combatidos	Perdas relacionadas
Altos tempos de setup da estribadeira	Processamento Movimentação Espera Estoque Superprodução Transporte
Baixa produtividade da estribadeira	Processamento Movimentação Espera Defeitos Transporte
Altos estoques de MP	Estoques
Altos estoques de MA	Estoques Superprodução
Baixa produtividade do planilhamento	Processamento Defeitos Superprodução

Quadro 4 – Principais perdas a serem combatidas

Fonte: Autor

Baixa produtividade na retirada de materiais	Processamento Movimentação Espera Estoque Transporte

Quadro 4 – Principais perdas a serem combatidas (continuação)

Fonte: Autor

3.9 MAPEAMENTO DO FLUXO FUTURO

Para a realização do fluxo futuro da fábrica foram realizadas novas reuniões com a equipe da fábrica a fim de definir o que poderia ser realizado para atingir a meta estipulada para a empresa.

Conforme apresentado no Anexo 1, o Fluxo Atual de Valor já se encontra bastante enxuto e a organização não considerou ser interessante eliminar processos do mapa de valor. Desse modo, o foco para a definição do fluxo futuro está na redução dos tempos de ciclo, setup e espera para obter melhores tempos de processamento e também de espera.

A redução dos tempos de ciclo dos equipamentos impacta diretamente na produtividade da fábrica. Logo, foram estipuladas metas para novos tempos de ciclo de cada um dos processos juntamente com a engenharia e operação de cada processo a fim de atingir a meta global definida para empresa.

Na Tabela 2 abaixo estão apresentadas as metas para redução de estoque no fluxo futuro de valor:

Tabela 2 – Metas para tempo de processamento

Esperas	Valor atual (min/t)	Valor meta (min/t)
Matéria Prima	5444 (26 dias)	3130 (15 dias)
Material acabado	1587 (7,6 dias)	626 (3 dias)
Tamanho do lote	208 (1 dia)	187 (0,9 dia)
Tempo total de espera	**7239**	**3944**

Fonte: Autor

É importante destacar que as metas da Tabela 2 foram definidas de maneira coorporativa e validadas pela equipe da fábrica. Essas metas foram consideradas bastante difíceis considerando os processos atuais da fábrica.

Agora considerando das metas de produtividade da fábrica, as metas para o fluxo de valor futuro estão apresentadas na Tabela 3.

Pode-se observar na Tabela 3 que o aumento de produtividade da Estribadeira é o mesmo que a produtividade total do sistema. Logo, a maioria dos planos de ação está ligada diretamente a esse processo.

Tabela 3 – Metas para produtividade

Processo	Produtividade atual (kg/h)	Produtividade meta (kg/h)
Planilhamento	1000	1000
Estribadeira	288	321
Amarração	13186	13186
Retirada de material	1621	1621
Produtividade total	**288**	**321**

Fonte: Autor

A partir das metas apresentadas acima foi realizado o Mapa de Fluxo de Valor no Estado Futuro, que está apresentado no Anexo 2. Usando esse novo mapa, foram realizados planos de ação de forma a atingir os objetivos propostos, sendo que os planos de ação terão como base os fundamentos da manufatura enxuta.

3.10 PLANOS DE AÇÃO

Os planos de ação para atingir o estado futuro foram definidos juntamente com a equipe da fábrica tendo como base os fundamentos da manufatura enxuta e respeitando também as possibilidades de investimento da fábrica. Os planos ação propostos estão apresentados no Quadro 5.

Objetivo	Plano de ação	Fundamento da ME
Reduzir estoque de MP	Reestruturar a política de estoque de matéria prima – reduzir tamanho do lote	Sistema de produção Just in time
Aumentar a produtividade dos processos	Mapear todos os processos críticos na unidade	Ambiente limpo, organizado e livre de acidentes Equipes habilitadas Busca da perfeição Sistema de qualidade seis sigma
Treinar toda equipe nas suas atividades		
Introduzir o conceito de melhoria contínua nos processos da fábrica		
Reduzir as perdas por um Layout inadequado	Realizar pequenos ajustes no Layout	Busca da perfeição
Redução das movimentações desnecessárias da fábrica	Treinamento específico de movimentação de materiais	Equipes habilitadas Busca da perfeição
Reduzir tempo de retirada de materiais		
Deixar claro a todos na empresa os objetivos	Apresentar os resultados e as metas diariamente a operação	Busca da perfeição Gerenciamento visual
Premiar os que mais se dedicam a melhoria dos processos	Reconhecer mensalmente o operador que mais atingir suas metas	Busca da perfeição Gerenciamento visual
Aumentar a produtividade da estribadeira	Treinar a equipe na metodologia de troca rápida de ferramentas	Busca da perfeição Equipes habilitadas
	Liderança presente na fábrica nos momentos de paradas	Busca da perfeição
	Identificar os principais motivos de perda de produtividade das máquinas	Busca da perfeição

Quadro 5 – Planos de ação

Fonte: Autor

Reduzir tempos de Setup da estribadeira – Aumentar produtividade	Definir local específico para ferramentas	Ambiente limpo, organizado e livre de acidentes.
	Definir ferramentas necessárias para cada equipamento	Ambiente limpo, organizado e livre de acidentes.
Reduzir o estoque de material acabado	Reestruturar a política de entregas	Sistema de produção Just in time
Descentralizar o conhecimento	Treinar os operadores para operar mais máquinas	Equipes habilitadas

Quadro 5 – Planos de ação (Continuação)

Fonte: Autor

3.11 IMPLANTAÇÃO DOS PLANOS DE AÇÃO

Após a definição dos planos de ação, os mesmos foram cadastrados no sistema de gestão de melhorias da empresa, que realiza o gerenciamento das pendências e dos responsáveis pela execução de cada uma delas. A frequência de acesso dos gestores a esse sistema de gestão é diária, e todos os atrasos ou não cumprimentos de prazos são visualizados pela alta gestão da empresa.

Desse modo o sistema assegurava que todos os planos de ação fossem gerenciados para garantir sua implantação apesar de não garantir nada quanto a sua eficácia.

É importante ressaltar que durante implantação dos planos de ação ocorreram alguns problemas de atendimentos ao cronograma, principalmente os planos de ação que estavam relacionados a mudanças culturais. Mesmo após serem realizados os treinamentos com a equipe, muitos descumprimentos de padrões eram observados.

Para neutralizar esse problema a liderança da fábrica atuou de maneira intensa afim que os novos padrões fossem cumpridos.

Outra dificuldade importante observada foi o aumento do consumo de tempo dos funcionários direcionado a gestão, principalmente relacionados a gestão de estoques, que passou a demandar um controle muito maior para garantir o mesmo nível de atendimento ao cliente.

Apesar das dificuldades, todos os planos de ação foram implantados e acabaram gerando alguns resultados até melhores do que os esperados, isso pelo fato de alguns planos atuarem indiretamente em partes críticas dos processos apesar mesmos estando direcionados a

outras tarefas críticas. Observamos isso principalmente nos planos de ação relacionados à disciplina por porte da operação.

4. RESULTADOS

Após a implantação de todos os planos de ação foram coletados novos dados relacionados as principais variáveis tratadas no MVF da fábrica afim de analisar a efetividade dos planos de ação.

Os resultados realtivos a tempo de espera, que são diretamente relacionados aos níveis de estoques da fábrica estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Resultado esperas

Espera	**Valor anterior (min/t)**	**Meta (min/t)**	**Resultado (min/t)**
Matéria Prima	5444 (26 dias)	3130 (15 dias)	3068 (14,7 dias)
Material acabado	1587 (7,6 dias)	626 (3 dias)	730 (3,5 dias)
Tamanho lote	208 (1 dia)	187 (0,9 dia)	174 (0,85 dia)
Tempo total de Espera	**7239 (34 dias)**	**3944 (18,9 dias)**	**3972 (19,05 dias)**

Fonte: Autor

A partir da comparação da meta com o valor atingido pôde-se verificar que:

1 - Estoque de matéria prima: A nova política de gestão de matéria prima apresentou um ótimo resultado, deixando os dias de estoque da fábrica dentro da meta definida pela empresa, apesar de demandar um grande tempo para gestão desse sistema;

2 – Estoque de material acabado: A nova política de material acabado chegou perto de atingir a meta. A maior dificuldade para realização dessa política foi à falta de confiabilidade dos clientes com relação a prazo. Ou seja, os clientes realizavam os pedidos antes da sua necessidade e não tinha disponibilidade para receber no prazo, logo, os dias de estoque estavam mais altos do que o planejado;

3 – Tamanho do lote: Apesar do lote de produção não ter sido reduzido, a produtividade da Estribadeira aumentou mais do que o esperado, logo, o lote passou a ser processado mais rapidamente reduzindo assim esse tipo de espera.

Analisando o resultado global do novo tempo de espera ele se mostra bastante satisfatório, pois apesar de não estar dentro da meta definida pela empresa, o resultado se encontra muito próximo ao combinado.

Considerando agora as metas de produtividade definidas pela empresa, o resultado está apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 - Resultado produtividade

Processo	**Valor anterior (kg/h)**	**Meta (kg/h)**	**Resultado (kg/h)**
Planilhamento	1000	1000	1000
Estribadeira	288	321	345
Amarração	13186	13186	17818
Retirada	1621	1621	1907
Total da fábrica	**288**	**321**	**345**

Fonte: Autor

A partir da análise da Tabela 5 pode-se constatar que os planos de ação apresentaram uma ótima efetividade para a melhoria da produtividade da família de produtos estudada superando a meta estabelecida pela empresa.

É importante destacar, que não só a produtividade da Estribadeira melhorou, mas também dos outros processos. Inicialmente supomos que essas melhorias foram desnecessárias para os processos, ou seja, que usamos recursos em excesso para atingir o objetivo. Por fim, analisamos melhor os resultados e entendemos que estes ganhos estavam relecionados cada vez mais a melhoria da capacitação, treinamento e disciplina na fabrica, que trouxe ganhos não só ao processo principal, como também aos outros processos não gargalos.

Considerando então os resultados apresentados acima, as práticas da ME e MVF, se apresentaram bastantes eficazes para a melhoria da performance da fábrica, reduzindo o estoque de material e também aumentado a produtividade da mesma.

5. CONCLUSÕES

Ao final da realização do projeto pode-se concluir que todos os objetivos do trabalho foram atingidos. Desde a identificação do problema, passando pela utilização da ferramenta MVF, implantação dos planos de ação até a análise dos resultados finais as condições do trabalho não fugiram muito de esperado.

É importante destacar de que os fundamentos da ME foram ótimas diretrizes para a busca de soluções para melhoria de performance da fábrica, principalmente na unidade analisada, pois existia uma certa dificuldade em angariar fundos para investimento na fábrica.

Como a maioria das soluções se baseia em mudanças realtivas a gestão, disciplina, capacitação, as mesmas tinham uma tendência em serem menos custosas para a fábrica já que não havia possibilidade de investimento em novas tecnologias.

A disciplina e a disseminação dos novos conceitos da ME na fábrica foram um ponto primordial para a melhoria, a partir do memento que os funcionários começam entender melhor os objetivos da empresa, possuir melhor capacitação, descobrir onde cada ação deles impacta a cultura da ME começa a se propagar sozinha dentro da organização acelerando assim os resultados objetivados. Mas para isso foi preciso uma luta intensa da liderança no sentido de modificar a cultura e inserir o pensamento enxuto na empresa.

Apesar das soluções apresentadas atenderem bem aos objetivos propostos, uma importante questão a ser destacada é o aumento do tempo dedicado à gestão por parte dos funcionários principalmente da área administrativa. Apesar desse trabalho não mensurar esse aumento de tempo, pode-se considerar esse aumento, um efeito colateral dos planos de ação propostos.

Por fim conclui-se que os resultados obtidos nesse trabalho levam a crer que os fundamentos da ME foram ferramentas eficazes para melhoria de performance de empresas com a resalva de que aumentam o tempo dos funcionários dedicados a gestão. Apesar do tempo dedicado a gestão não ser um objeto de estudo nesse trabalho, pôde-se perceber que ele realmente é uma variável importante e poderia ser abordado em um estudo específico, estando aí uma boa oportunidade para trabalhos futuros.

6. REFERÊNCIAS

BAKRIA, A. H. RAHIMB, A.R.A. YUSOFC, N. M. AHMAD, R. **Boosting Lean Production via TPM.** In: International Congress on Interdisciplinary Business and Social Science, 2012

BARTZ, A.P.B.; WEUSE, A.D. RUPPENTHAL, J.E. **Aplicação da manufatura enxuta em uma indústria de equipamentos agrícolas.** Ingeniare: Revista chilena de ingeniería, vol. 21 Nº 1, p. 147-158, 2013.

CASTRO, A.C.S. **Estudo para implementação do mapeamento do fluxo de valor em uma indústria automobilística**. Juiz de Fora:UFJF, 2007.

CUA, K. O.; MCKONE, K. E.; SCHROEDER, R. G. **Relationships between Implementation of TQM, JIT, and TPM and manufacturing performance**. In: Journal of Operations Management,2001.

FIGUIRAS, F.; ALVES, L.H.D.;DIAS, M. **Lean production applied in a large company in the Brazilian Printing Industry**. In: Annal Pom Conference Denver,Denver,2013.

FILHO, M.G.;FERNANDES. F.C. F**. Manufatura Enxuta:** uma revisão que classifica e analisa os trabalhos apontando perspectivas de pesquisas futuras. Gestão & Produção, v.11, n.1, p.1-19, jan.-abr. 2004.

HAYES, R.H.; UPTON,D.; PISANO,G**.;**WHEELWRIGHT,S. **Produção, Estratégia e Tecnologia**. Em busca da vantagem competitiva. Porto Alegre:Bookman,2008.

HENDERSON, B.A., LARCO, J.L.: **Lean transformation**: how to change your business into a lean enterprise. Richmond, Virginia: The Oaklea Press, 2000.

LACERDA, S.S. **Proposição de melhorias na fase de pré-construção uma universidade pública utilizando do mapeamento do fluxo de valor:** estudo de caso. UNICAMP,2013.

LUZ, A.A.C; BUIR, .R. **Mapeamento do Fluxo de Valor –** Uma ferramenta do Sistema de Produção Enxuta. In: XXIV ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2004.

MOURA, D.A.; BOTTER, R.C**. Can a shipyard work towards lean shipbuilding or agile manufacturing**. In: Sustainable Maritime Transportation and Exploration of Sea Resources, London,2012.

QUEIROZ, J.A;RENTES, A.F;ARAUJO,C.A.C**. Transformação enxuta**: aplicação do mapeamento do fluxo de valor em uma situação real. In: XXIV ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2004.

RAWABDEH, **I**. A.; AL-HADIDI, L.A. **A conceptual framework for unpredictable chege in agile manufacturing environment.** In: 37th International Conference on Computers and Industrial Engineering, Alexandria, 2007.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Learning to see:** value stream mapping to create value and eliminate muda. 2 ed. Brookline: The Lean Enterprise Institute, 1999.

SHINGEO, S. **O sistema Toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SALGADO, E.G.; MELLO, C. H. P.; SILVA, C.E.S.; OLIVEIRA, E.S.; ALMEIDA, D. A. **Análise da aplicação do mapeamento do fluxo de valor na identificação de desperdícios do processo de desenvolvimento de produtos.** Gestão & Produção- v. 16, n. 3, p. 344-356, jul.-set. 2009.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

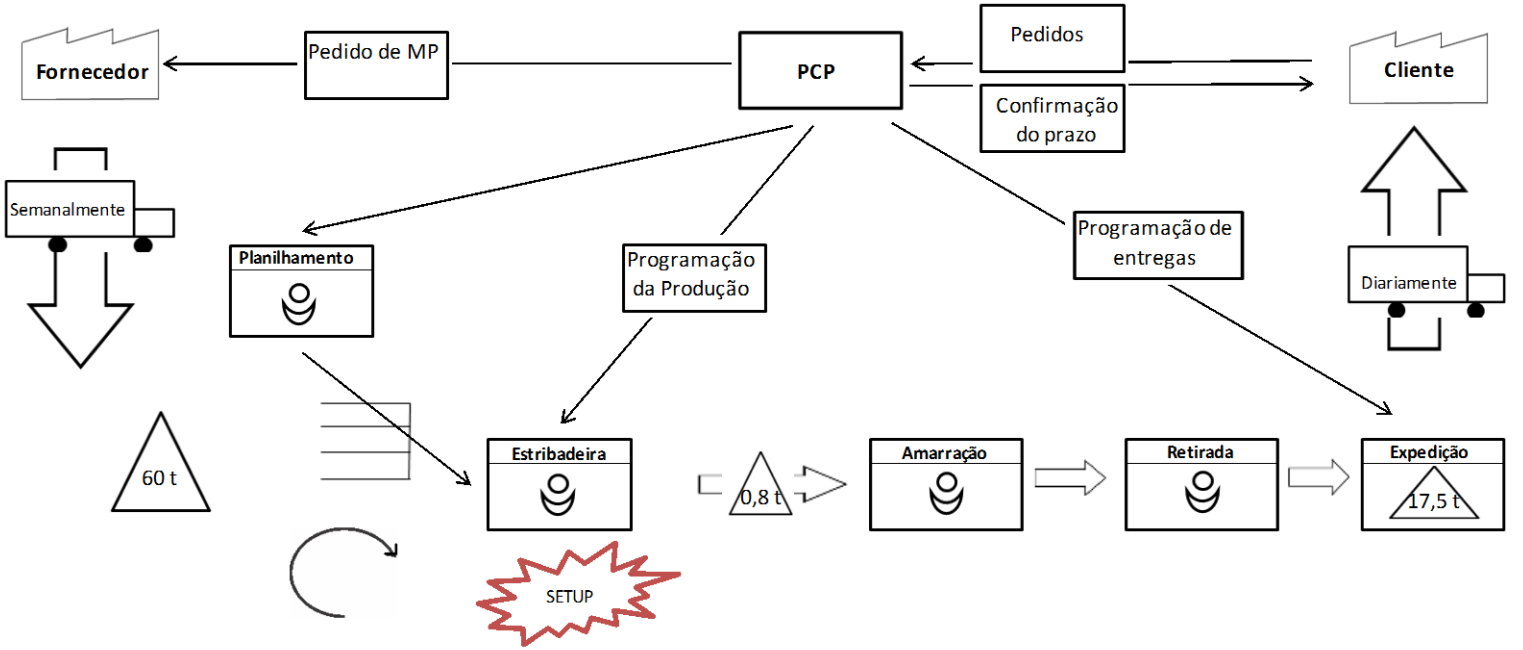
SOARES, H. S.G. **Globalização do sistema de manufatura baseado nas estratégias de melhoria contínua em uma empresa do setor automotivo**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2007.

TRIPP, D. **Pesquisa-ação**: uma introdução metodológica. São Paulo: Educação e Pesquisa, v. 31, n. 3, p. 443-466, set./dez. 2005.

TUBINO, D. **Manual de planejamento e controle da produção**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2000.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Lean thinking** – Banish waste and create wealth in your corporation. New York: Simon & Schuster, 1996.

ANEXO 1 – MAPEAMENTO DO ESTADO ATUAL



Total	
t/dia	2,312
t/mês	50,864
Dias trab	22

Tempo de espera

7239 min/t
309 min/t

Tempo de processamento

Planilhamento	
TC (min/t)	60
TR (min)	10
TU (%)	68
Prud (t/h)	1

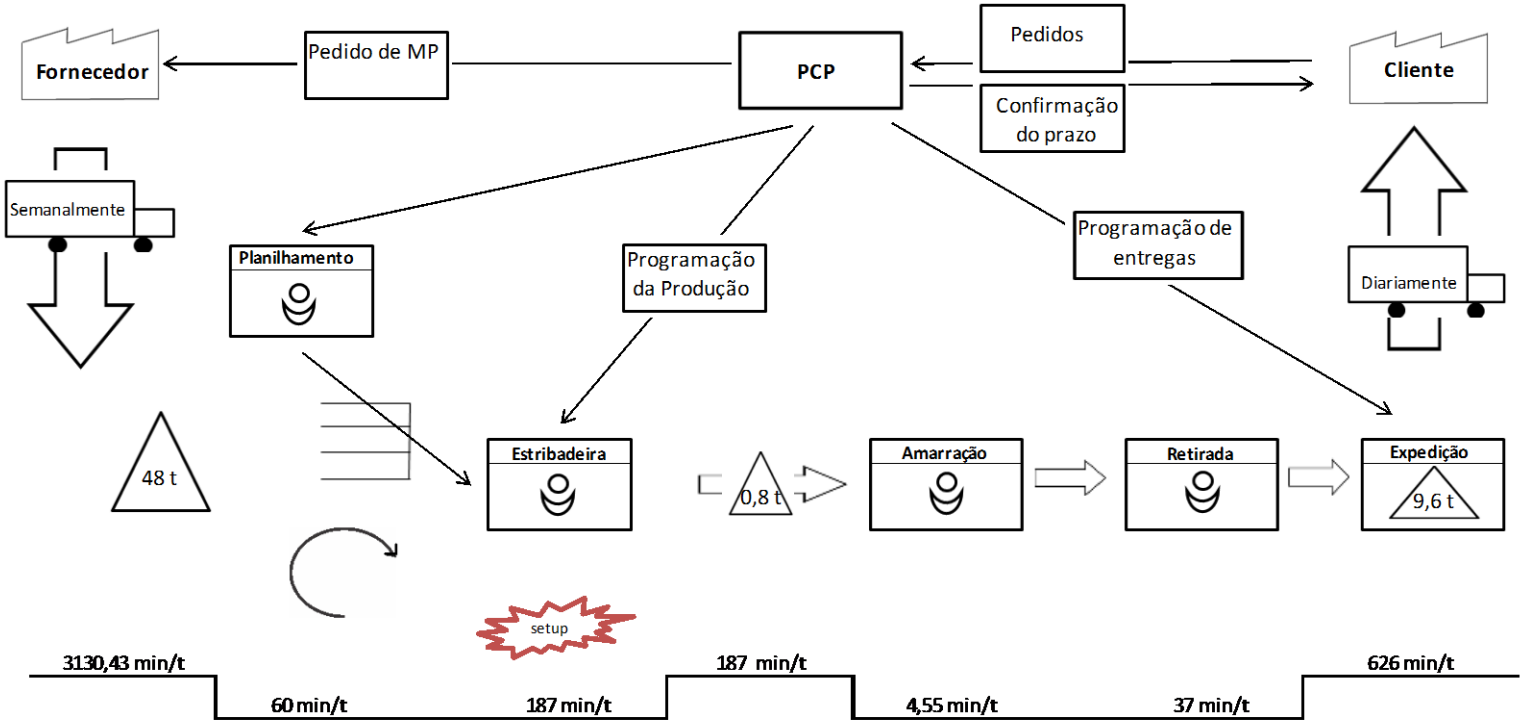
Estribadeira	
TC (min/t)	208
TR (min)	120
TU (%)	100
Prud (t/h)	0,288

Amarração	
TC (min)	4,55
TR (min)	10
TU (%)	100
Prud (t/h)	13,186813

Retirada de Material	
TC (min)	37
TR (min)	15
TU (%)	100
Prud (t/h)	1,621622

Fonte: Autor

ANEXO 2 – MAPEAMENTO DO ESTADO FUTURO



Total	
t/dia	2,568
t/mês	56,496
Dias trab	22

Tempo espera

3044 min/t
288,45 min/t

Tempo de processamento

Planilhamento	
TC (min/t)	60
TR (min)	10
TU (%)	68
Prud (t/h)	1

Estribadeira	
TC (min/t)	174
TR (min)	95
TU (%)	100
Prud (t/h)	0,345

Amarração	
TC (min)	4,55
TR (min)	10
TU (%)	100
Prud (t/h)	13,186813

Retirada de Material	
TC (min)	37
TR (min)	15
TU (%)	100
Prud (t/h)	1,621622

Fonte: Autor

TERMO DE AUTENTICIDADE

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA

Termo de Declaração de Autenticidade de Autoria

Declaro, sob as penas da lei e para os devidos fins, junto à Universidade Federal de Juiz de Fora, que meu Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Graduação em Engenharia de Produção é original, de minha única e exclusiva autoria. E não se trata de cópia integral ou parcial de textos e trabalhos de autoria de outrem, seja em formato de papel, eletrônico, digital, áudio-visual ou qualquer outro meio.
Declaro ainda ter total conhecimento e compreensão do que é considerado plágio, não apenas a cópia integral do trabalho, mas também de parte dele, inclusive de artigos e/ou parágrafos, sem citação do autor ou de sua fonte.
Declaro, por fim, ter total conhecimento e compreensão das punições decorrentes da prática de plágio, através das sanções civis previstas na lei do direito autoral[1] e criminais previstas no Código Penal[2], além das cominações administrativas e acadêmicas que poderão resultar em reprovação no Trabalho de Conclusão de Curso.

Juiz de Fora, _____ de _____ de 20____.

_____	_____
NOME LEGÍVEL DO ALUNO (A)	Matrícula
_____	_____
ASSINATURA	CPF

[1] LEI N° 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.
[2] Art. 184. Violar direitos de autor e os que lhe são conexos: Pena – detenção, de 3 (três) meses a 1 (um) ano, ou multa.